




**DEVICE FOR DISINTEGRATING CONCRETIONS DISPOSED IN BODY CAVITIES**

**Patent number:** DE3932966  
**Publication date:** 1991-04-04  
**Inventor:**  
**Applicant:**  
**Classification:**  
**- international:** A61B17/22; B06B3/04  
**- european:** A61B17/22B2; B06B3/00  
**Application number:** DE19893932966 19891003  
**Priority number(s):** DE19893932966 19891003

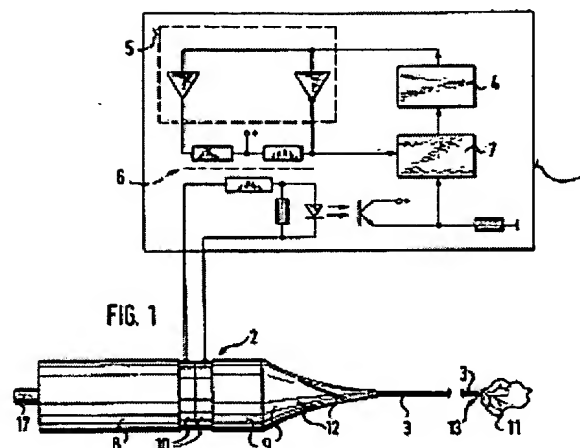
**Also published as:**

 EP0421285 (A1)  
 US5116343 (A1)  
 EP0421285 (B1)

Abstract not available for DE3932966

Abstract of corresponding document: **US5116343**

A device is disclosed for the disintegration of concretions in body cavities. The device comprises at least one piezoelectric transducer element, for connection to a generator. The transducer element is connected between a reflector and a horn. Ultrasonic waves generated by the transducer element are directed by means of a sonotrode, to a concretion to be destroyed. At least the horn is provided with surface depressions which do not run parallel to its axis of symmetry, for the generation of transverse and rotational oscillations.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 3932966 C 1

⑤1 Int. Cl. 5:  
**A61 B 17/22**  
B 06 B 3/04

⑳ Aktenzeichen: P 39 32 966.6-35  
㉑ Anmeldetag: 3. 10. 89  
㉒ Offenlegungstag: —  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 4. 4. 91

DE 3932966 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔ Patentinhaber:

Richard Wolf GmbH, 7134 Knittlingen, DE

㉕ Vertreter:

Wilcken, H., Dr.; Wilcken, T., Dipl.-Ing.; Weiß, C.,  
Dipl.-Ing. (Uni.), Pat.-Anwälte, 2400 Lübeck

㉖ Erfinder:

Ams, Felix, 7539 Kämpfelbach, DE; Zanger, Ulf, 7520  
Bruchsal, DE; Bolg, Ulrich, 7519 Sulzfeld, DE

㉗ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-PS	22 19 790
DE	38 26 414 A1
DE	27 33 019 A1
US	38 30 240
US	36 98 051
US	30 35 126

㉘ Vorrichtung zur Zertrümmerung von in Körperhöhlen befindlichen Konkrementen

Es wird eine Vorrichtung zur Zertrümmerung von in Körperhöhlen befindlichen Konkrementen beschrieben, die aus mindestens einem an einen Generator anschließbaren piezoelektrischen Wandlerelement zwischen einem Reflektor und einem Horn besteht, von dem aus mittels einer Sonotrode die erzeugten Ultraschallwellen an die Konkremehte geleitet werden. Zumindest das Horn ist zur Erzeugung von Quer- und Rotationsschwingungen mit zu seiner Symmetrieachse unparallel verlaufenden Vertiefungen auf seiner Oberfläche versehen.

DE 3932966 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Zertrümmerung von in Körperhöhlen befindlichen Konkrementen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei der Entfernung von Konkrementen aus dem Körperinneren von Lebewesen ist es häufig notwendig, diese Konkreme zu zertrümmern, um sie anschließend beispielsweise mit einer Saugvorrichtung einfach entfernen zu können. Für die Desintegration von Konkrementen werden häufig Vorrichtungen und Verfahren eingesetzt, welche auf der Nutzung von Ultraschallenergie beruhen. Hierbei kann die Zerkleinerung oder Desintegration des Konkrements mit berührungsfrei oder aber auch unter Berührung des Konkrements arbeitenden Instrumenten und Geräten erfolgen.

Die unter Berührung des Konkrements arbeitenden Instrumente sind üblicherweise mit einer stab- oder röhrenförmig ausgebildeten Sonotrode ausgestattet, die an das zu zerstörende Konkrement herangeführt und durch einen Ultraschallwandler in Schwingungen versetzt wird. Aufgrund des stab- oder röhrenförmigen Aufbaus der Sonotrode erfolgt die Zerkleinerung der Konkreme im Körper im wesentlichen dadurch, daß mechanische longitudinale Schwingungen auf das Konkrement übertragen werden. Hieraus resultiert häufig lediglich ein Durchbohren des Konkrements, so daß die Sonotrode zur vollständigen Zerstörung des Konkrements mehrmals an verschiedenen Stellen des Konkrements angesetzt werden muß. Ziel einer Therapie ist es aber stets, eine hinreichende Zerkleinerung des Konkrements innerhalb kürzester Zeit herbeizuführen, um die Belastung des Patienten so gering als möglich zu halten.

Aus der DE-PS 22 19 790 ist ein röhrenförmiger Ultraschallschwinger bekannt, der an seinem distalen Ende mit einem mit verschränkten Zähnen versehenen, lose gekoppelten Prallkörper ausgestattet ist. Mit diesem soll es möglich sein, auch harte Körpersteine durch Sprödebrüche zum Zerplatzen zu bringen. Als nachteilig hat es sich bei diesem Vorschlag erwiesen, daß der Zeitraum bis zu dem Zerplatzen des Steines noch immer zu lang ist. Dies ist darauf zurückzuführen, daß praktisch nur longitudinale Schwingungen für die Desintegration des Konkrements herangezogen werden.

Eine Vorrichtung zum Zerkleinern von Konkrementen im Harnleiter in Anwendung einer komplexen Einwirkung durch Ultraschallvibration und elektrohydraulische Stöße auf das Konkrement ist in der DE-OS 27 33 019 beschrieben. Bei dieser Vorrichtung besteht die Sonotrode aus einem Draht, dessen distales Ende mit Zähnen versehen ist. Zusätzlich kann dieser Draht an seinem distalen Ende mit längsverlaufenden Vorsprüngen und Nuten versehen sein. Zur Einwirkung der Ultraschallvibration auf das Konkrement wird das distale Ende der Sonotrode mittels eines Ultraschallwandlers in Längs- und Querschwingungen versetzt. Unter einer regelrechten Fräswirkung wird das Konkrement so zerkleinert. Hernach wird die Sonotrode gegen eine Sonde ausgetauscht, mit welcher nach dem Prinzip der elektrohydraulischen Lithotripsie das Konkrement weiter zerkleinert wird. Als Nachteil dieser Vorrichtung wird empfunden, daß ihre Anwendung recht umständlich und daher zeitintensiv ist. Zudem birgt die elektrohydraulische Lithotripsie die Gefahr in sich, daß beim Zerplatzen des Konkrements das umgebende Gewebe durch Fragmente verletzt wird, woraus sich Folgekrankheiten

entwickeln können.

Eine weitere Vorrichtung zur Harnsteinzertrümmerung ist in der US-PS 38 30 240 beschrieben. Darin wird vorgeschlagen, die Steinzertrümmerung mit einer ebenfalls aus Draht gebildeten Sonotrode vorzunehmen, welche sowohl am Verbindungsstück zum Wandler als auch an ihrem distalen Ende unterschiedliche Formen aufweisen kann. Hierdurch sollen am distalen Ende der Sonotrode Längs- und Querschwingungen erzeugt werden können. Aufgrund der Formgebung der Drahtenden sowohl am distalen, als auch am proximalen Verbindungsbereich zum Wandler ergibt sich der schwerwiegende Nachteil, daß diese Drahtsonotroden im Betrieb sehr leicht brechen können und zu Verletzungen des umgebenden Gewebes führen können.

Aus der DE-OS 38 26 414 ist ein gattungsgemäßes Ultraschall-Therapiegerät bekannt, mit dem nicht nur Schwingungen in axialer, sondern auch in anderen Richtungen erzeugt werden. Dies wird durch konstruktive Veränderung des Ultraschallwandlers erreicht, beispielsweise durch Verwendung unterschiedlich dicker Piezokeramikscheiben und dergleichen. Zwar kann hierdurch der Anteil transversaler Schwingungen erhöht werden, doch ist der Bauaufwand für einen solchen veränderten Wandler sehr hoch. Auch bei der Montage, insbesondere der Justage der einzelnen Scheiben treten Probleme auf, insbesondere wenn diese abgeschrägt ausgebildet sind. Eine solche konstruktive Veränderung des Wandlers hat sich daher nicht bewährt.

Ein im Aufbau relativ einfacher elektromechanischer Wandler, mit dem auch von den Axialschwingungen abweichende Schwingungen erzeugt werden können, ist aus der US-PS 30 35 126 bekannt. Es handelt sich hierbei um einen zylindrischen piezokeramischen oder elektrostrikativen Wandler mit schraubenlinienförmig darauf angebrachten Elektroden, wodurch beim Anlegen einer elektrischen Spannung das Verwinden des Zylinders bewirkt wird. Umgekehrt wird beim Verwinden des Zylinders eine elektrische Spannung erzeugt. Ein solcher Wandler ist jedoch für den Einsatz in einem gattungsgemäßen Therapiegerät ungeeignet, da seine Ultraschalleistung zur Zerstörung der hier in Rede stehenden Konkreme nicht ausreichen wird. Insbesondere wird durch den zwischen Zylinder und Horn auftretenden Schlupf ein schlechter und nur ungenügender Wirkungsgrad erreicht.

Aus der US-PS 36 98 051 ist ein walzenförmiger Ultraschallwandler bekannt, der aus einer Vielzahl von piezokeramischen Elementen besteht, die auf einer Walze angeordnet und durch schmale, nicht parallel zur Walzenachse verlaufende Schlitze getrennt sind. Es handelt sich hierbei um ein Gerät zur Materialprüfung. Die schrägen Schlitze sollen dafür sorgen, daß beim Abrollen der Vorrichtung stets ein ausreichender Kontakt zwischen mindestens einem Wandler und dem zu prüfenden Werkstück besteht. Die Anwendung als Therapiegerät ist weder vorgesehen noch möglich.

Vor dem aufgezeigten Hintergrund ist es nun die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine eingangs erwähnte Vorrichtung so weiterzubilden, daß die Zerstörung von Konkrementen in kürzester Zeit unter Vermeidung der erwähnten Nachteile bekannter Vorrichtungen ermöglicht wird.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die Vorrichtung gemäß dem Anspruch 1. Weitere vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Demgemäß ist das Horn der Vorrichtung mit Vertiefungen auf seiner Oberfläche versehen, die nicht parallel

zu seiner Symmetrieachse verlaufen. Hierdurch werden neben longitudinalen Schwingungen Quer- und Rotationsschwingungen erzeugt, die eine sehr schnelle Zerkleinerung des zu zerstörenden Konkrementes ermöglichen.

Dieser Effekt kann dadurch erhöht werden, daß die Sonotrode an ihrem distalen Ende mit Schlitz versehen ist, die nicht parallel zu der Symmetrieachse der Sonotrode verlaufen und deren Länge in etwa  $\lambda/4$  beträgt, wobei  $\lambda$  der Wellenlängen der erzeugten Querschwingungen (transversale Schwingungen) entspricht.

Diese Ausführungsform kann in vorteilhafter Weise noch dadurch weitergebildet werden, daß die zwischen zwei benachbarten Schlitz begrenzten Lamellen zusätzlich mit Einkerbungen versehen sind.

Wenn das Horn und/oder der Reflektor der Vorrichtung eine unsymmetrische Form aufweisen, lassen sich weitere Quer- und Rotationsschwingungen erzeugen, die zu einer schnellen Zerkleinerung des Konkrementes beitragen. Die unsymmetrische Form läßt sich beispielsweise durch einseitige flächenhafte Ausfräsungen erzeugen.

Um die durch die Formgebung des Horns und/oder Reflektors erzeugten Quer- und Rotationsschwingungen ebenso wie die erzeugten Longitudinalschwingungen optimal an die Sonotroden spitze zu leiten, ist es vorteilhaft, wenn die Sonotrode und das Horn aus Werkstoffen mit im wesentlichen gleicher akustischer Impedanz bestehen. Als besonders geeignet hat sich Titan als Material für das Horn und die Sonotrode erwiesen. Ähnlich günstig für eine optimale Energieübertragung ist ein Horn aus Duraluminium und eine Sonotrode aus Titan.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels gemäß der Zeichnungen erläutert. Hierbei zeigt

Fig. 1 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit dem zugehörigen Ultraschallgenerator, und

Fig. 2 die vergrößerte Seitenansicht des distalen Endes der Sonotrode der Vorrichtung gemäß Fig. 1.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung besteht im wesentlichen aus mindestens einem an einen Ultraschallgenerator 1 anschließbaren piezoelektrischen Wandler, der vorliegend als aus zwei piezokeramischen Scheiben 10 bestehend dargestellt ist. Diese piezokeramischen Scheiben sind eingefaßt von einem Reflektor 8 und von dem Horn 9. Mit dem Horn 9 ist lösbar verbunden die Sonotrode 3, durch die die vom Wandler erzeugten Ultraschallwellen zu einem zu zerstörenden Konkrement 11 geleitet werden.

Der Ultraschallgenerator 1 ist von bekannter Bauart, weswegen hier nur kurz auf seine Funktion eingegangen wird. Er enthält zur Erzeugung einer elektrischen Schwingung im wesentlichen einen spannungsgesteuerten Oszillator 4, dessen Ausgangssignal über einen Ausgangsverstärker 5 und einen Ausgangsübertrager 6 an den Ultraschallwandler 2 gegeben wird. Dabei wird von einem Phasenvergleicher 7, der die Phasen der Ausgangsspannung und des Ausgangsstroms des Ausgangsübertragers 6 vergleicht, eine Regelspannung zur Steuerung des Oszillators 4 erzeugt und diesem zugeführt.

Das im Ultraschallgenerator 1 erzeugte elektrische Signal wird dem Ultraschallwandler 2 zugeführt und von diesem in mechanische Schwingungen umgewandelt. Die Sonotrode 3 ist vorliegend rohrförmig ausgebildet, so daß durch ihren Hohlraum, der bis zu ihrem proximalen Ende reicht und durch den Ultraschallwandler 2 hindurch bis zu einem Sauganschluß 17 weiterge-

führt ist, die Absaugung der Steinfragmente und ggf. der Spülflüssigkeit vorgenommen werden kann.

Zur Erzeugung eines hohen Anteils an Rotations- und Querschwingungen sind am Horn 9 des Ultraschallwandlers 2 Vertiefungen 12 so eingefräst, daß sie nicht parallel zur Symmetrieachse des Horns 9 verlaufen. Dem gleichen Zweck dienen in dem in Fig. 2 vergrößert dargestellten distalen Ende 13 der Sonotrode 3 eingebrachte Schlitz 14. Diese sind so angeordnet, daß sie nicht parallel zu der Symmetrieachse der Sonotrode verlaufen. Ihre Länge beträgt in etwa einem Viertel der Wellenlänge der erzeugten Querschwingungen. Die Schlitz 14 sind so schmal ausgeführt, daß eine hinreichende Absaugwirkung durch die Sonotrode 3 hindurch erhalten bleibt.

Die zwischen zwei benachbarten Schlitz 14 ausgebildeten Lamellen 15 sind zusätzlich mit Zähnen oder Einkerbungen 16 versehen, die eine zusätzliche Fräswirkung der Sonotroden spitze hervorgerufen.

Zur zusätzlichen Erzeugung von Quer- und Rotationsschwingungen können das Horn 9 und/oder der Reflektor unsymmetrisch geformt sein. Dies kann beispielsweise durch einseitige flächenhafte Ausfräsungen erzielt werden, die vorliegend nicht dargestellt sind.

Eine optimale Energieübertragung zwischen dem Ultraschallwandler 2 und der Sonotrode 3 zum Konkrement 11 hin wird insbesondere dadurch erreicht, daß die Sonotrode 3 und das Horn 9 des Ultraschallwandlers 2 aus dem gleichen Werkstoff, zumindest aber aus Werkstoffen mit im wesentlichen gleicher akustischer Impedanz bestehen. So kann das Horn 9 beispielsweise aus Duraluminium oder Titan und die Sonotrode 3 aus Titan gefertigt sein. Durch die Verwendung von Titan anstelle des üblicherweise eingesetzten Edelstahls als Werkstoff für die Sonotrode 3 sind höhere Schwingungsamplituden und damit geringere Zeiten zur Zertrümmerung des Konkrementes erreichbar. Gleichzeitig wird bei Einsatz dieses Werkstoffes eine erhebliche Reduzierung der Wärmeverluste erzielt.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Zertrümmerung von in Körperhöhlen befindlichen Konkrementen, bestehend aus einem Wandlerelement zwischen einem Reflektor und einem Horn, von dem aus mittels einer Sonotrode die erzeugten Ultraschallwellen an die Konkreme te geleitet werden, dadurch gekennzeichnet, daß das Horn (9) mit zu seiner Symmetrieachse unparallel verlaufenden Vertiefungen (12) auf seiner Oberfläche versehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sonotrode (3) an ihrem distalen Ende (13) mit zu ihrer Symmetrieachse unparallel verlaufenden Schlitz (14) versehen ist, deren Länge in etwa einem Wert von  $\lambda/4$  beträgt, wobei  $\lambda$  der Wellenlänge der erzeugten transversalen Schwingungen entspricht.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen zwei benachbarten Schlitz (14) begrenzten Lamellen (15) zusätzlich mit Einkerbungen (16) versehen sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Horn (9) und/oder der Reflektor (8) eine unsymmetrische Formgestalt aufweisen.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Sonotrode (3) und

das Horn (9) aus Werkstoffen mit im wesentlichen gleicher akustischer Impedanz bestehen.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Horn (9) und die Sonotrode (3) aus Titan bestehen.

5

7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Horn (9) aus Duraluminium und die Sonotrode (3) aus Titan besteht.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

— Leerseite —

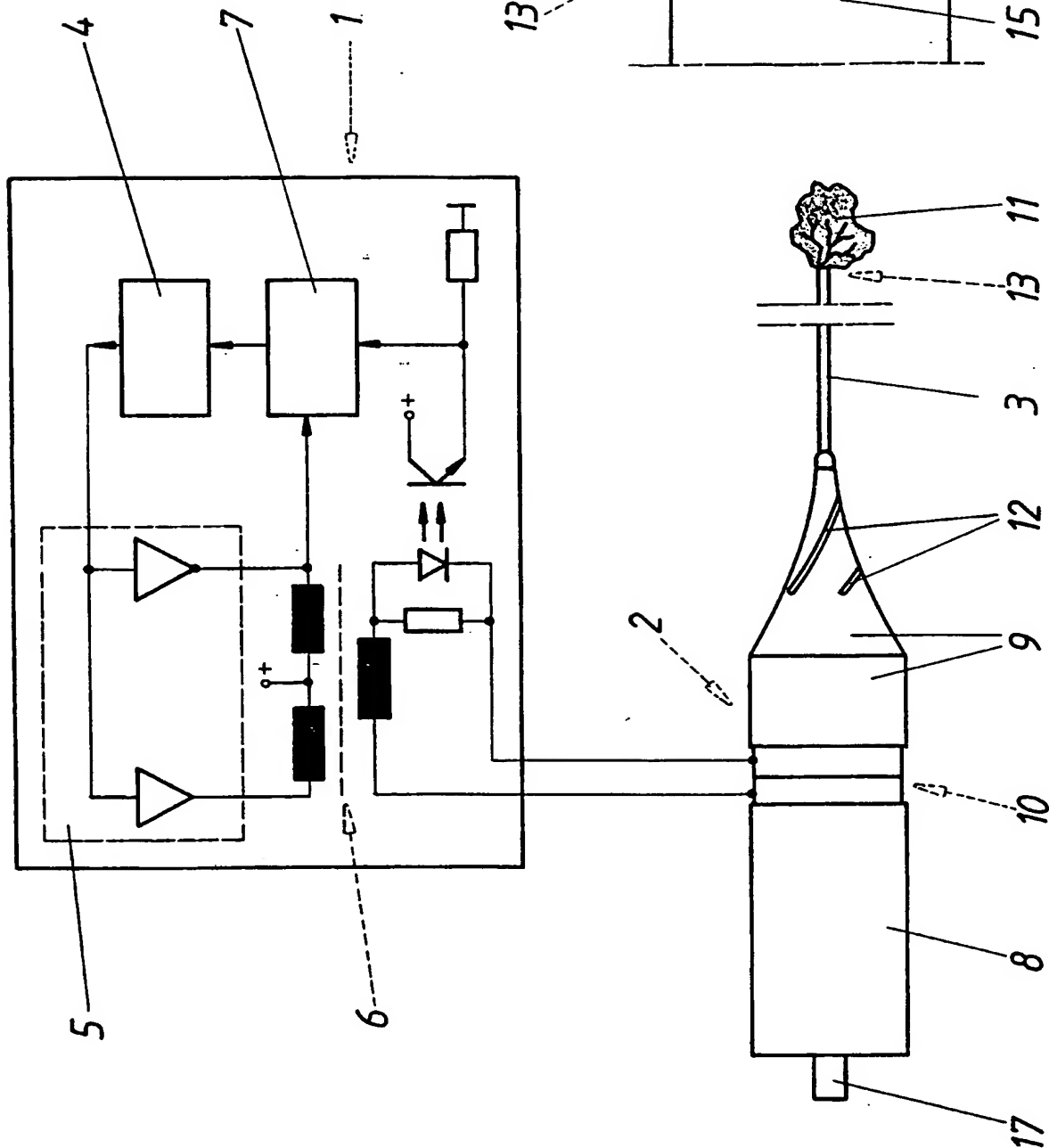


Fig. 2

